

Spécialité de Master « Optique, Matière, Plasmas »

Stage de recherche (4 mois minimum, à partir de début mars)

Proposition de stage

Date de la proposition : 3 octobre 2013

Responsable du stage / internship supervisor:			
Nom / name:	Browaeys	Prénom/ first name :	Antoine
Tél :	33 1 64 53 33 79	Fax :	
Courriel / mail:	antoine.browaeys@institutoptique.fr		
Nom du Laboratoire / laboratory name: Laboratoire Charles Fabry, Institut d'Optique			
Code d'identification :	UMR 8501	Organisme :	Institut d'Optique, CNRS
Site Internet / web site:	http://www.lcf.institutoptique.fr/Groupes-de-recherche/Optique-quantique/Sujets-de-recherche-actuels/Nano-nuages-d-atomes-froids		
Adresse / address:	2, av. Augustin Fresnel, 91127 Palaiseau cedex		
Lieu du stage / internship place:	Institut d'Optique		

Titre du stage / internship title: Diffusion collective de la lumière par un petit nombre d'atomes froids en interaction
<p>Lorsqu'on envoie de la lumière de longueur d'onde λ sur un échantillon atomique dont la taille est inférieure à λ, la diffusion de la lumière devient collective. Cela veut dire que toutes les ondes diffusées par chacun des atomes interfèrent et que par conséquent, la réponse du système n'est pas N fois la réponse d'un seul atome. Ces interférences conduisent à des effets collectifs introduits dans les années 1950, tels que la super-radiance ou la sous-radiance (jamais clairement observée à ce jour). D'autre part, lorsque la fréquence de la lumière est proche de la résonance des atomes, les dipôles induits sont grands et interagissent ensemble par des interactions à longue portée (dipôle-dipôle en $1/R^3$, $1/R^2$ et $1/R$). Cette interaction doit modifier également la diffusion collective. Ce problème d'Optique Quantique est ancien et malgré un travail théorique intense depuis plus de 60 ans, il n'y a toujours pas de théorie qui prédit le champ diffusé par un ensemble d'atomes en interaction dans un cas général. Les expériences travaillant dans ce régime sont également très rares. Grâce aux progrès sur la manipulation d'atomes par laser, nous sommes aujourd'hui en mesure d'apporter des réponses expérimentales à ce problème et ainsi de guider les développements théoriques.</p> <p>Les implications de ce problème sont nombreuses. Sur un plan fondamental, ce système permet l'étude de la physique d'un petit nombre de particules en interaction à longue portée, difficile à traiter théoriquement. Il présente donc de nombreuses analogies avec le problème à N-corps en matière condensée. Il est également intimement relié à l'étude de la diffusion et de la localisation de la lumière dans un milieu dense aléatoire (existence ou non de localisation d'Anderson). Par ailleurs, un système contenant un petit nombre d'atomes en interaction peut servir de mémoire quantique, un dispositif qui peut stocker un état quantique de la lumière et le libérer à la demande. Finalement, un effort technologique important est fourni actuellement pour miniaturiser des sources de lumière quantiques, comme les boîtes quantiques qui se comportent comme des atomes artificiels. Dans cette perspective de miniaturisation, un grand nombre de telles sources sont confinées dans un volume λ^3 et émettent à une longueur d'onde λ. L'émission collective et les interactions entre boîtes sont alors des effets importants et qui doivent être compris et maîtrisés.</p> <p>Nous disposons dans notre équipe d'un dispositif expérimental sur lequel nous produisons des nuages d'atomes de rubidium froids (100 μK) confinés dans un piège laser dont la taille est inférieure à 1μm. Nous pouvons contrôler le nombre d'atomes entre 1 et quelques centaines. La taille du nuage est de l'ordre de 200 nm, c'est à dire que pour la transition optique à $\lambda=780$ nm nous sommes dans un régime qui permet l'étude des effets collectifs induits par la lumière. Le nuage est assez dense pour que les atomes interagissent [Bourgain, Phys. Rev. A 88, 023428 (2013)]. Nous avons démarré l'étude de la diffusion résonante de lumière en mesurant pour la première fois le délai associé à une diffusion sur un seul atome [Bourgain, Optics Letters 38, 1963 (2013)]. Nous avons aussi amorcé l'étude de la diffusion sur un nombre d'atomes compris entre 1 et quelques centaines. Au cours de ce stage, nous proposons de rechercher la signature de l'effet des interactions induites par la lumière en effectuant la spectroscopie du nuage dense et en observant la dépendance temporelle de la fluorescence temporelle. Le stage sera principalement expérimental.</p>

Ce stage pourra-t-il se prolonger en thèse ? Possibility of a PhD ? : Oui			
Si oui, financement de thèse envisagé/ financial support for the PhD: Ecole doctorale, DGA,			
Lasers, Optique, Matière	X	Lumière, Matière : Mesures Extrêmes	X
Plasmas : de l'espace au laboratoire	X		